Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin an der Universität Berlin.
Direktor: Prof. Dr. Müller-Heß.

Ein seltener Fall von traumatischer Herzruptur

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde an der Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Kurt Majunke
aus Berlin.

Tag der Promotion: 1. März 1937.

Buchdruckerei Rudolph Pfau, Berlin NW 7, Luisenstraße 21.

866

Gedruckt mit Genehmigung
der
medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

---

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Müller-Heß.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die in den letzten Jahren beobachtete Zunahme der Verkehrsunfälle und Stürze aus großen Höhen, z. B. Flugzeugabstürze, machen ein Studium der durch sie verursachten Verletzungen notwendig. Bei diesen „stumpfen Brusttraumen" können charakteristische Verletzungen des Herzens und der großen Körperschlagader entstehen. Derartige Verletzungen sind trotz der absoluten Lebensnotwendigkeit dieser Organe durchaus nicht immer sofort tödlich. Nach längerer oder kürzerer Zeit tritt jedoch meistens der Tod ein, sei es durch große Verletzungen oder an Verblutung, durch die Gehirnanämie nach Abklemmung der Hohlvenen, bei der blutigen Herzbeuteltamponade oder durch mangelhafte Blutversorgung des Herzmuskels selbst. Helfend einzugreifen ist uns wegen der ungeheuren technischen Schwierigkeiten, der Unübersichtlichkeit der anatomischen Verhältnisse am Herzen, der Unsicherheit der Diagnosenstellung und, nicht zuletzt, der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit selten vergönnt. Es bleibt uns deshalb vorläufig die Aufgabe, die Art der Herzverletzungen sowie die Rupturen der häufig mitbetroffenen Aortenabschnitte an Hand von vorkommenden Fällen möglichst genau zu beschreiben, um durch Zusammentragen von Einzelheiten ein einheitliches Bild zu bekommen, aus dem sich vielleicht in Zukunft durch Verbesserung der Diagnosenstellung und Verbreiterung der Indikation eine Technik ergibt, die es uns häufiger ermöglicht, Menschen vor dem Tode zu bewahren.

Bei der Beurteilung traumatischer Herzverletzungen müssen selbstverständlich jene Fälle unberücksichtigt bleiben, deren Verletzungen in keinem angemessenen Verhältnis zu der Geringfügigkeit des Traumes stehen, sogen. Spontanrupturen. Derartige Verletzungen entstehen meistens an der Spitze des linken Ventikels, seltener bei Herzmuskelschädigung an der entsprechenden Stelle der rechten Kammer. Sie sind von traumatischen Rupturen häufig schon dadurch zu unterscheiden, daß sie in der Einzahl vorkommen, während stärkere Gewalteinwirkungen durch stumpfe Brusttraumen meistens vielfache charakteristische Verletzungen verursachen. Die spontanen Rupturen der Aorta entstehen allerdings an denselben prädisponierten Stellen wie die traumatischen Verletzungen. Eine sichere Unterscheidung dürfte bei Berücksichtigung der vorhandenen äußeren und inneren Verletzungen sowie der Schwere des Traumas immer auch ohne Anamnese möglich sein.

Die Ausdehnung der Herzverletzungen wechselt naturgemäß entsprechend der Verschiedenheit der Traumen. Es kommen

Uebergänge vor von jenen Fällen, bei denen die Vorhofswand eine kaum sichtbare Rupturstelle und hier und da vielleicht einen Endocardriss zeigt, bis zu jenen, bei denen die Herzkammern vollkommen von den Vorhöfen abgerissen sind und grobmechanische Quetschungen davongetragen haben. Bei Zerreißungen im Myocard ist das rechte Herz im Gegensatz zu Spontanrupturen entsprechend seiner Lage und der geringeren Wanddicke stärker betroffen als das linke. Gleichzeitig mit perforierenden Verletzungen der Vorhofs- oder Kammerwände, oder auch ganz unabhängig davon, treten Einrisse im Septum auf. Dabei ist die Vorhofsscheidewand, speziell die Gegend um das Foramen ovale wegen der Zartheit des Gewebes durch Drucksteigerungen besonders gefährdet.

Die Lage des Herzens im Innern des Brustkorbes schließt bei der Wirkung stumpfer Traumen die Möglichkeit direkter Verletzungen fast ganz aus. Stumpfe Brusttraumen wirken meistens indirekt auf das Herz. Die einfachste Möglichkeit ist die Anspießung durch frakturierte Rippen. Die einwirkende Kraft bringt irgendwie die Rippen zur Ruptur, deren Bruchenden das Herz verletzen. Die Diagnose einer Anspießung läßt sich immer verhältnismäßig einfach stellen, denn die Beziehung eines Rippenfragmentes zu der verletzten Herzwand wird unschwer herzustellen sein. Der Herzbeutel braucht dabei durchaus nicht stets an einer entsprechenden Stelle perforiert zu sein. Durch die Beweglichkeit des Herzens im Herzbeutel können scheinbar beziehungslose Verletzungen in diesen Organen verursacht sein. Natürlich erfordern jene Fälle, in denen der Herzbeutel unversehrt bezw. in sehr großer Ausdehnung zerrissen ist, eine besonders genaue Untersuchung über den Verletzungsmechanismus. Wie Fischer u. a. nachwiesen, sind ca. 16,5% aller Fälle von Herzverletzungen durch Anspießung bedingt. Die Deutung der großen Mehrzahl der Herzverletzungen stieß bei der Sektion auf größte Schwierigkeiten. Es mußte versucht werden, durch Anwendung einfacher physikalischer Vorstellungen auf den menschlichen Körper ein annähernd richtiges Bild von der Entstehung der Verletzungen zu bekommen. Die Schwierigkeiten dürfen nicht unterschätzt werden, denn es waren viele Eigentümlichkeiten und Besonderheiten bei der Anwendung physikalisch klarer Tatsachen auf die Verhältnisse im lebenden Menschen zu berücksichtigen.

Schon Messerer wies auf die erhebliche Elastizität des normalen Thorax hin. Revenstorf fand in seinen Experimenten am Brustkorb Jugendlicher eine Elastizität, die eine Berührung von Brustbein und Wirbelsäule ohne Rippenbrüche ermöglichte. Beim starren Thorax älterer Individuen war eine solche Annäherung nur nach Brüchen mehr oder weniger zahlreicher Rippen möglich.

Die Quetschungsrupturen des Herzens, auf die besonders Fischer hingewiesen hat, kommen dadurch zustande, daß der

Brustkorb im oben angedeuteten Sinne deformiert wird, ohne daß das Herz der Einquetschung ausweicht. Es wird zwischen Brustbein und Wirbelsäule oder — beim Ueberfahren — zwischen Wirbelsäule und quetschendem Gegenstand eingeklemmt und zerquetscht.

Es ist leicht einzusehen, daß die Quetschung keines besonderen Mechanismus bedarf. Wo und wie immer das Herz liegt, kann es eingequetscht werden. Die Quetschungsrupturen sind durchaus nicht so häufig, wie man früher angenommen hatte. Zur Diagnose einer derartigen Verletzung gehören unbedingt grob mechanische Zerstörungen mit Blutungen, zerfaserte Ränder und erhebliche Gewebszerfetzung des Herzmuskels. Für die Art und Häufigkeit der Quetschung ist es sicher nicht gleichgültig, ob sich die Kammer im Moment der Gewalteinwirkung in Systole oder Diastole befunden hat. Ein fest kontrahierter Herzmuskel kann leichter ausweichen, ein erschlaffter wird eher eingeklemmt. Wird aber eine fest kontrahierte Kammer, durch irgendwelche Zufälle fixiert, unter erheblicher Gewaltwirkung eingeklemmt, so werden die Zerstörungen viel weitgreifender und intensiver sein.

Die Blutfüllung des Herzens kann, selbst bei nicht vollständiger Einklemmung des Herzens, eine andere Art von Herzverletzungen bedingen, die Platzrupturen.

Clado stellte sich die Entstehung von Herzrupturen durch Kompression des gefüllten Herzens vor, wie etwa eine prall gespannte Blase von außen durch Druck zum Platzen gebracht werden kann. Auch Riedinger und Reubold machten die „hydraulische Preßwirkung“ für Platzrupturen verantwortlich. Ihrer Meinung nach rupturiert ein Ventrikel beim Aufschlagen durch Druck auf die eingeschlossene Blutsäule.

Die sinngemäße Auslegung der Deutung Clados und die Anwendung dieses Prinzips auf das im Thorax liegende Herz verlangt eine Bedingung: Im Augenblick der Gewalteinwirkung muß der Blutabfluß durch die Gefäße verhindert oder wenigstens erschwert sein. Mit anderen Worten, die Abflußbehinderung muß mindestens so groß sein, daß bei plötzlichem Druck von außen, nicht sofort ein Druckausgleich eintreten kann, sondern der Innendruck bis zur Grenze der Rißfestigkeit der Herzwand ansteigen kann. Dabei kann das Abflußhindernis in weitesten Grenzen schwanken. Ein extrem kurzer und harter Stoß kann ein Herz zum Platzen bringen, dessen Abfluß nur wenig behindert ist. Die Trägheit der Flüssigkeit ist so groß, daß die Kraft, ohne erst die Flüssigkeit durch die verhältnismäßig weiten Blutwege hinauszudrücken, sich durch Zerreißung der Wand einen Ausgleich sucht. Man kann das etwa einem zu brisanten Sprengstoff vergleichen, der nicht das Geschoß zum Lauf hinaustreibt, sondern den Lauf zertrümmert. Andererseits kann eine langdauernde, weniger plötzliche Gewalt das Blut auch zu verengten Blutwegen hinausdrücken, ohne eine Ruptur zu verursachen. Am klarsten

sind die Verhältnisse bei der Abknickung der großen Gefäße. Eine Einklemmung des gefüllten Herzens unter diesen Umständen kommt dem Analogon der gefüllten Blase am nächsten. Es genügt jedoch zur Entstehung einer Platzruptur Druck auf einen abgeklemmten, mit Flüssigkeit gefüllten Teil des Herzens. Die Platzrupturen des Herzohrs sollen dadurch entstehen, daß die Basis abgeklemmt wird, wobei es durch Druck von außen an der Spitze rupturiert, niemals an der Basis!

Die Rupturen der Ventrikel entstehen ebenfalls gewöhnlich an der Spitze, wobei charakteristischerweise innen nur eine kleine zwischen den Trabekeln verborgene Oeffnung zu finden ist, während außen ein zentimeterlanger Riß klafft.

Im Prinzip ähneln sich die Platzrupturen von Ventrikel und Herzohren, beide entstehen an analogen Stellen der betroffenen Organteile. Das läßt sich leicht durch die Aehnlichkeit der Form erklären. Sie gleicht einem geschlossenen Trichter, dessen spitzes Ende der Spitze der Herzkammer oder des Herzohrs, dessen Basis der Vorhofkammergrenze bezw. der Vorhofswand, der das Herzohr aufsitzt, entspricht. Die anatomische Form bedingt die dynamische Wirkung der Flüssigkeit. Nach Abklemmung der Basis — ob Herzkammer oder Herzrohr ist gleichgültig — steht das eingeschlossene Blut unter Bedingungen, wie sie C l a d o als Ursache von Platzrupturen angegeben hat. Ein Druck von außen steigert den Innendruck des flüssigkeitsgefüllten Hohlraums. Dieser Druck ist an allen Wandstellen theoretisch gleich groß. Wegen der trichterförmigen Gestalt hat er jedoch die Tendenz, sich besonders spitzenwärts auszugleichen und sprengt das Gewebe nach Ueberschreitung der Grenze der Rißfestigkeit nahe der Spitze. Selbstverständlich ist zur Zerreißung der Herzkammer eine stärkere Drucksteigerung nötig als zur Verletzung des zarteren Herzohrs. Seine geringe Wanddicke läßt eine weitere Möglichkeit offen. Es ist zur Entstehung einer Platzruptur nicht die Abklemmung der Basis notwendig. Jede Druckerhöhung im Vorhof wird sich sofort auf das Herzohr übertragen, es an der Spitze rupturieren.

Auffällig ist bei der Platzruptur der Herzkammer das Mißverhältnis zwischen innerer und äußerer Verletzung. Das läßt sich folgendermaßen erklären: Im Beginn der Drucksteigerung ist der Druck der eingeschlossenen Flüssigkeit von dem Widerstand der umgebenden Herzwand kompensiert. In der Nähe der Herzspitze nimmt er, wie oben beschrieben, zuerst größere Werte an. An der Stelle des geringsten Widerstandes, in einer Lücke zwischen den Trabekeln, gibt das Gewebe nach, reißt ein, und die potentielle Energie des aufgespeicherten Druckes kann sich in kinetische Energie umwandeln. Es genügt zum Druckausgleich im Inneren eine kleine Oeffnung. Das sofort in diese Oeffnung einströmende Blut findet jedoch am strafferen Epicard einen erneuten Widerstand, sodaß der weitere Druckausgleich für einen

Augenblick gehemmt ist. Gleich darauf wird jedoch die restliche, ziemlich dünne Wandschicht mit erheblicher Gewalt gesprengt. Es resultiert eine verhältnismäßig große Oeffnung.

Die isolierten Endocardrisse kommen nach Ebbinghaus analog den isolierten Frakturen der tabula interna des Schädeldaches zustande. Das Herz soll mit Gewalt gegen einen festen Gegenstand, z. B. die Wirbelsäule, geschleudert werden, wobei das Endocard durch Weiterleitung der Kraft überdehnt wird und platzt. — Die Schleuderung hat als Ausdruck des Beharrungsvermögens eines Körpers bei zu rascher Bremsung zu gelten, ähnlich wie etwa die Insassen eines Automobils bei einem Unfall gegen die Scheiben geschleudert werden.

Das Beharrungsvermögen ist eine Funktion der Masse, folglich wird eine Vermehrung der Herzmasse durch eine Blutfüllung der Herzkammern die Schleuderwirkung vergrößern und stärkere Verletzungen verursachen.

Als Drehpunkt ist bei dem Mechanismus der Schleuderung der Gefäßstiel des Herzens anzunehmen. Es ist für die Entstehung entsprechender Verletzungen von Bedeutung, in wie großer Entfernung von diesem Punkt sich der verletzte Teil befindet. Je größer diese ist, je weiter die betroffene Stelle zur Spitze verschoben ist, mit desto größerer Gewalt wurde wahrscheinlich das Herz gegen den kontundierenden Körperteil, Wirbelsäule oder Sternum, geschleudert. Die Tatsache, daß bei gleichbleibender Masse und steigender Entfernung die Wucht erheblich zunimmt, veranlaßt z. B. den Straßenarbeiter zur Benutzung eines recht langen Hammerstieles zum Zerschlagen der Betondecke.

Bei der Anführung der Frakturen der inneren Knochentafel des Schädels als Vorbild ist wahrscheinlich vorausgesetzt, daß das Endocard im Augenblick der Gewalteinwirkung eine gewisse Spannung besitzt, die wohl am häufigsten durch eine Krafteinwirkung auf das blutgefüllte Herz bedingt ist. Diese Blutfüllung macht eine gleichzeitige Entstehung von Platzrupturen und Endocardrissen möglich: dieselbe Kraft schleudert das Herz gegen die Wirbelsäule, verursacht durch Ueberdehnung einen entsprechenden Endocardriss und steigert den Innendruck des blutgefüllten Herzens. Sind alle Voraussetzungen für eine Platzruptur gegeben, so sprengt das eingeschlossene Blut die Herzinnenwand an den typischen Stellen.

Bernstein betonte, daß die Möglichkeit zur Entstehung von Platzrupturen nur in der „Anspannungszeit“ im Ablauf der Herzaktion bestände, jenem kurzen Augenblick, in dem sich der Herzmuskel bei geschlossenen Klappen um seinen Inhalt kontrahiert. Tatsächlich steht das Herz in diesem Zeitabschnitt unter ähnlichen Verhältnissen wie bei der Abknickung der großen Gefäße. Man könnte sich die Beziehungen von Gefäßabknickung und Anspannungszeit etwa folgendermaßen vorstellen: In der Anspannungszeit ist der Inhalt der Herzkammern völlig ab-

geschlossen. Vollkommene Abknickung der Gefäße — wohl verhältnismäßig selten — würde diesem Zustand gleichen. Von da führen kontinuierliche Uebergänge bis zur geringsten Abflußbehinderung durch ganz geringfügige Lumeneinengung. Die Anspannungszeit als eindeutiger Begriff ermöglicht jedoch die Anwendung von Zahlen, die zwar keine absolut richtigen Werte ergeben, aber immerhin als Anhaltspunkt dienen können.

Nimmt man den Puls mit 70 p. M. an, so kommt 70mal in der Minute die 0,09 Sekunden dauernde Anspannungszeit vor. Im ganzen also 6,3 Sekunden in 1 Minute. Danach wäre die Wahrscheinlichkeit 10,5 %, daß ein Mensch in der Anspannungszeit seines Herzens von irgend einem Trauma betroffen wird. Diese Zeit würde den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen. wenn die Dauer der Gewalteinwirkung sehr kurz, theoretisch unendlich kurz wäre. Tatsächlich wirkt die Kraft beim Sturz aus der Höhe vom ersten Moment des Aufpralls, bis der Betreffende zerschmettert am Boden liegt, eine gewisse Zeit, sodaß sich die Wahrscheinlichkeit vergrößert. Es soll ein schematischer Fall durchgerechnet werden.

Fällt ein Körper aus 10 m Höhe, so hat er unten eine Endgeschwindigkeit von $v^2 = 2\,gs$, wobei „s“ der Fallweg, „g“ die Erdbeschleunigung ist. Es ist also $v^2 = 2.9{,}81.10$; $v = 14$ m/sec. Wenn der Mensch auf die gestreckten Beine auffällt, so kann man diesen Zeitpunkt als Beginn der Krafteinwirkung auf den Körper ansehen. Liegt der Betreffende dann verletzt auf dem Erdboden, so ist die kinetische Energie = 0. Wenn man die Größe des Betreffenden mit 170 cm annimmt, sein Schwerpunkt sich nachher in 15 cm Höhe befindet, so müssen die gesamten 14 m/sec. in 170—15 cm vernichtet sein. Diese 155 cm Fallweg dauern bei der errechneten Geschwindigkeit $^1/_9$ sec. Tatsächlich wirkt die Kraft länger. Denn nur im Moment des Aufpralls fällt der Körper mit 14 sec/m. Von da ab nimmt die Endgeschwindigkeit ab, die Zeit, die der Körper für die 155 cm Fallweg benötigt, verlängert sich entsprechend.

Selbstverständlich sind diese physikalisch einfachen Verhältnisse in der Auswertung und Anwendung auf den menschlichen Körper recht kompliziert. Schließlich betrifft die Rechnung nur einen schematischen Fall, der in der Praxis immer nur abgewandelt vorkommt. Der Möglichkeiten gibt es unendlich viele. Im Prinzip läßt sich dieser eindeutige Fall nach Einsetzung der entsprechenden Zahlen wohl immer anwenden, nur sind häufig diese Werte unbekannt und nicht zu berechnen. Weiterhin, jelänger die Zeit dauert, die der Körper für den Aufprall benötigt, desto geringer ist die in der Zeiteinheit auf den Körper einwirkende Kraft und desto geringer wiederum die Auswirkungen dieser Kraft auf die Organe. Andererseits wird eine nur kurze Zeit dauernde erhebliche Kraft, die sich nicht verteilen kann, schwerste Verletzungen verursachen.

Hallermann erklärt in einer neueren Arbeit die Entstehung von Platzrupturen durch Kompressionen des Thorax von unten her, wobei sich das Sternum von unten nach oben bewegt. Durch Druck auf die Herzkammern von unten wird der Abfluß der Vorhöfe gestört, dadurch Anspannung und Riß des Endocards. Ebenso erklärt Hallermann die Rupturen der Vorhofsscheidewand durch abnorme Drucksteigerung in den Vorhöfen. Dabei ist nur zu bedenken, daß zur Entstehung einer Ruptur im

Septum die Druckverhältnisse in den Vorhöfen verschieden groß sein müssen. Von dem Vorhof aus, den der stärkere Druck trifft, wird unter Umständen die Scheidewand platzen. Die Unterscheidung nachher wird dadurch erleichtert, daß die Perforationsöffnungen häufig verschieden groß sind, und zwar so, daß die Seite, auf der der größere Druck herrschte, den größeren Riß oder vielleicht einen zweiten Einriß zeigt, während die Scheidewand von der anderen Seite betrachtet, deutlich weniger betroffen ist. Ein Moment begünstigt vielleicht die Entstehung von Platzrupturen nahe der Fossa ovalis: Die anatomische Schwäche der Scheidewand, die als Folge der embryonalen Durchgängigkeit anzusehen ist. Sie zeigt sich häufig noch beim Erwachsenen als offenes Foramen ovale.

Man hatte früher geglaubt, mit den erwähnten Mechanismen alle traumatischen Herzverletzungen erklären zu können. Es ist das Verdienst Revenstorfs, darauf hingewiesen zu haben, daß die Mehrzahl der Herzrupturen eine andere Erklärung verlangt. Es ergaben sich nämlich bei der Sichtung vorkommender Fälle Befunde, die sich unmöglich unter Berücksichtigung vorhandener Theorien klären ließen. Zum Beispiel zeigen die Mehrzahl der Fälle von Verletzungen des rechten Vorhofs glattrandige Risse, die an der Basis des Herzrohrs sitzen. Die Möglichkeit der Quetschung ist trotz der besonderen Gefährdung dieses Herzteils durch seine anatomische Lage wegen der glatten Rißränder und der Nichtbeteiligung des angrenzenden Gewebes unwahrscheinlich. Es blieb bisher zur Erklärung aller übrigen Verletzungen nur die Platzruptur. Derartige Rupturen entstehen jedoch, worauf hingewiesen wurde, immer an der Spitze des Herzrohrs, niemals an der Basis. Revenstorf erklärte diese Verletzungen durch „Zerrung“. Rupturen durch Zerrung können nur entstehen wegen der eigenartigen Aufhängung des Herzens an mehreren Punkten, den Herzgefäßen. Eine Befestigung in einem Punkt würde sie unmöglich machen. Ist z. B. ein dreieckiges Tuch an einer Ecke befestigt, so kann es bei Zug an einer der beiden freien Ecken abreißen, aber nie gezerrt werden. Ist dasselbe Tuch jedoch an zwei Ecken fixiert, so ist die Lage der dritten Ecke festgelegt. Eine Entfernung der freien Ecke nach rechts oder links unter Zug würde Anspannung und Zerrung der linken bezw. rechten Seite verursachen. Ebenso bestimmt die Aufhängung des Herzens an mehreren Gefäßen eindeutig eine Normallage. Gewaltsame Entfernung aus dieser Lage nach irgendeiner Seite bringt eine Zerrung mit sich, indem Erschlaffung einer Seite, eine entsprechende Ueberdehnung der gegenüberliegenden Seite verursacht. Am naheliegendsten ist die Verlagerung nach rechts oder links. Durch ein erhebliches Trauma wird der Brustkorb komprimiert. Zeichen dieser maximalen Verengerung des Brustraumes ist eine Bewegung des Brustbeins von oben nach

unten, umgekehrt also, wie es Hallermann neuerdings für die Entstehung der Platzrupturen angegeben hat. Das Herz würde, wenn es in dieser Situation fixiert wäre, eingeklemmt und eine Quetschung davontragen. Es weicht jedoch besonders im Systole der Einklemmung aus. Es besteht nun die Möglichkeit der Verlagerung nach rechts oder links. Traumen, die den Brustkorb von vorn oder von rechts treffen, drängen das Herz nach links. Die Verlagerung nach links ist also wegen der anatomischen Lage häufiger als nach rechts. Verlagerung nach links bedingt eine Anspannung, Zerrung und evtl. Ruptur am rechten Herzrand. Traumen, die von links auf den Thorax einwirken, drängen das Herz nach rechts und verursachen entsprechende Verletzungen der linken Herzseite. Revenstorf hat die Richtigkeit seiner Theorie am Tierversuch erwiesen. Das noch pulsierende Herz eines ertränkten Meerschweinchens rupturierte bei einfacher Verlagerung nach rechts oder links an typischen Stellen der gegenüberliegenden Seite.

Die Lokalisation von Zerrungsrupturen ist typisch an der Basis der Herzohren, gleichzeitig finden sich zuweilen schwere Einrisse an der Mündung der Hohlvenen und der Lungenvenen. Daneben entstehen häufig Verletzungen an der Vorhofkammergrenze, wobei die Muskulatur immer in geringerer Ausdehnung betroffen ist als das Endocard. Diese Tatsache steht, wie oben beschrieben wurde, im Gegensatz zu den durch Platzrupturen bedingten Verletzungen, wo durch Fortleitung häufig gerade die gegenüberliegende Wand stärker verletzt ist. Die Ausdehnung dieser Rupturen kann zwischen Einriß des Endocards bis zur Perforation schwanken. Allerdings verursachen erhebliche Traumen wohl immer perforierende Verletzungen. Diese brauchen sich naturgemäß nicht auf die oben beschriebenen Punkte zu beschränken. Bei stärkerer und länger dauernder Zerrung des Herzens, besonders bei starkem Zug nach unten, kann der Herzmuskel vollkommen abreißen. Die Rißlinie geht dann durch die Vorhöfe. So ist jede Zerrung eigentlich eine Vorstufe des Abrisses des Herzmuskels, indem zuerst der am meisten gedehnte Wandteil reißt, bei weiter wirkender Kraft der nächstfolgende u. s. f. bis zur völligen Kontinuitätstrennung. Die Entstehung isolierter Septumrisse erklärt Revenstorf ebenfalls durch entsprechende Verlagerung des Herzens. Zug in Richtung der Herzspitze gegen die Brustwand führt zur Anspannung und Riß des Vorhofseptums. Wirkt die Kraft in derselben Richtung weiter, so spannt sich nunmehr die hintere Wand der Vorhöfe und rupturiert. Der Angriffspunkt ist wegen der Dicke und Stärke der Kammermuskulatur die Artrioventrikulargrenze. Deshalb sind auch Rupturen der Kammer durch Zerrung selten: Noch bevor die Kammer verletzt ist, rupturieren die Vorhöfe, oder es erfolgt der Abriß des Herzmuskels.

Rindfleisch hat als erster auf die innige Verbindung zwischen pars ascendens der Aorta und der Pulmonalarterie hingewiesen. Es ziehen von der Pulmonalis zur Aorta z. T. „knorpelharte Bänder", die vincula aortae, zu einer ca. 2,5 cm oberhalb der Klappe gelegenen Stelle der großen Körperschlagader. Eine zweite Verbindung zwischen diesen Gefäßen stellt das ligamentum arteriosum Botalli dar. Der Ansatz ist ungefähr auf der Höhe des Aortenbogens auf der Innenseite. — Rindfleisch fand an der Innenwand der Aorta älterer Leute häufig streifigeVeränderungen. Er stellte sich vor, daß Aortenrupturen ganz allgemein an derartig veränderten Stellen durch Dehnung in der Längsrichtung entständen. Dagegen spricht die Tatsache, daß derartige Verletzungen, was man annehmen müßte, durchaus nicht besonders häufig bei alten Leuten vorkommen, sondern jüngere Individuen betreffen, deren Aorta makroskopisch und mikroskopisch keine anatomischen Veränderungen zeigt. Weiterhin sind, worauf Berblinger hinwies, nur die Ansatzpunkte dieser Gefäßverbindungen bei traumatischen Aortenrupturen prädisponiert, ohne Rücksicht auf etwa vorhandene Veränderungen.

Zur Klärung dieser merkwürdigen Tatsache unternahm Oppenheim Versuche an anatomisch unveränderten Aorten. Durch Erzeugung eines Ueberdruckes in dem Gefäßrohr konnte er typisch lokalisierte Rupturen hervorbringen, die den natürlich entstandenen weitaus glichen. Er schloß daraus, daß zum Zustandekommen von Aortenrupturen beim lebenden Menschen irgendwelche Drucksteigerungen nötig seien. Ingenieur Wacker errechnete aus dem Aufriß des linken Herzens und der Aorta unter Zuhilfenahme aller erforderlichen Werte die typischen Rupturstellen der Aorta. Sie waren Stellen „der größten Wandspannung, des höchsten Drucks und und der größten elastischen Dehnung". Besonders starke Druckerhöhungen entstehen, wie Oppenheim betont, bei plötzlichem Verschluß eines unter Druck stehenden Rohres. Zum Beispiel sind die Hähne unserer Leitungen auf langsame Unterbrechung des Wasserstromes berechnet, um zu große Drucksteigerungen zu vermeiden. Ein zu schneller Schluß erzeugt einen deutlichen „Schlag in der Leitung" als Zeichen der Drucksteigerung. Diese Verhältnisse auf Herz und Aorta übertragen besagen, daß eine extrem kurze erhebliche Gewalteinwirkung eine starke Druckerhöhung erzeugen wird, die sofort die Aortenwand an den typischen Stellen sprengt. Ein weniger intensives Trauma verursacht vielleicht nur einen Intimariss, der unter Umständen zur Entstehung eines Aneurysma dissecans führt.

Es ist nach den Versuchen Oppenheims ohne weiteres verständlich, warum sich Rupturen gerade an jenen erwähnten Stellen der Aorta lokalisieren. Und doch ist es ein kaum wahrscheinliches Zusammentreffen, wenn die Verbindungen zwischen Pulmonalis und Aorta ganz zufällig in der Nähe jener bei Rupturen prädisponierten Punkte ansetzen, ohne irgendwelche Be-

deutung für die Entstehung dieser Rupturen zu erlangen. Die anatomischen Verhältnisse geben bei jeder Verlagerung des Herzens die Möglichkeit der Veränderung der Lage von Aorta zur Pulmonalis. Eine derartige Lageänderung kann zum mindesten durch Anspannung der vincula Aortae und des ductus Botalli zu einer Zerrung der entsprechenden Wandteile führen. Erst die endovasale Drucksteigerung führt dann zu den von Oppenheim angegebenen Verhältnissen und damit zur Ruptur an den schon gezerrten Partien. Im Augenblick der Gewalteinwirkung werden die Wandbezirke um die Ansatzpunkte der Bänder „funktionell geschwächt". Es muß allerdings betont werden, daß Rupturen ohne Druckerhöhung in der Aorta nur durch Zerrung wohl kaum vorkommen. Es wäre jedenfalls nicht einzusehen, warum dann nur die Aorta rupturiert, während die unter denselben Bedingungen Pulmonalarterie verschont bleibt. Erst die Versteifung des Gefäßrohres durch die Druckerhöhung gibt die Möglichkeit der Ruptur.

Bei allen Versuchen, eine für möglichst viele Fälle passende Erklärung von traumatischen Verletzungen des Herzens und der Aorta zu finden, darf man niemals vergessen, daß der dauernd wechselnde Füllungszustand des Herzens, der sich in Sekunden ändernde Blutdruck, sowie der mit der Atmung wechselnde Brustinnendruck eine Gleichung mit vielen Unbekannten ergibt, sodaß man nachher niemals mit völliger Sicherheit sagen kann, so oder so groß war der Druck im Vorhof, in der Kammer, in den Gefäßen im Augenblick der Gewalteinwirkung. Es bleibt eine Lücke, die individuell ausgefüllt werden muß und sich nicht durch ein Schema ersetzen läßt.

Es soll im folgenden ein Unglücksfall, ein Fenstersturz mit Fall auf den Kopf, beschrieben werden, der am Herzen Verletzungen zeigt, die sich nur durch die Kombination verschiedener Verletzungsmechanismen erklären lassen.

Am 11. Dezember 1934 um 1 Uhr morgens wurde die Polizei nach einem in einem Neubaublock gelegenen Haus in Reinickendorf gerufen. Man fand vor dem Hause eine männliche Leiche, mit Schlafanzug bekleidet, ca. 3 m von der Hauswand entfernt mit zertrümmertem Schädel. Sie lag ausgestreckt, Kopf zur Straßenmitte, die Beine gegen die Bordschwelle gestemmt. Die genaueren Ermittlungen ergaben, daß es sich um einen Fenstersturz handeln mußte. Man sah ca. 80 cm vom Kopf entfernt oberhalb der jetzigen Lage des Gesäßes die Aufschlagstelle des Kopfes, von der Knochenteile und Gehirnstücke radiär nach allen Richtungen verstreut waren. Der Umstand, daß die Lage des Kopfes nicht mit der Aufschlagstelle übereinstimmte, sowie die auffallend große Entfernung von der Hauswand, ließen den Verdacht aufkommen, daß ein Verbrechen vorliege, wobei der Täter vielleicht versucht hatte, die Leiche wegzuschleppen, bei welchem Vorhaben er möglicherweise gestört wurde.

Beii dem Mann handelt es sich um den Beamten T. H., der mit seiner Ehefrau eine im dritten Stockwerk dieses Hauses gelegene Wohnung bewohnte.

Die Anamnese ergab folgendes: Der 33jährige Mann litt seit vielen Jahren an Epilepsie; größere Anfälle wechselten mit Verwirrtheitszuständen und Absencen ab. Nach Aussagen der Nachbarn war er ein stiller sanfter Mensch, der mit seiner Frau zurückgezogen lebte und jeden nachbarlichen Verkehr mied. Als sich im Laufe der Zeit die Anfälle häuften, verschrieb ein hinzugezogener Arzt Luminal. Dieses an sich geeignete Medikament, zu einem ungünstigen Zeitpunkt eingenommen, machte ihn schläfrig und setzte seine Arbeitsfähigkeit im Beruf herab. Bisher war er immer voll leistungsfähig gewesen, seine Anfälle hatte er meistens nachts, er hatte sie eigentlich nur an einer gewissen Schlaffheit und Müdigkeit am nächsten Morgen bemerkt. In letzter Zeit hatte er — nach Angaben der Ehefrau — über heftige Kopfschmerzen geklagt, die ihn veranlaßten, zu einem Naturheilkundigen zu gehen. — Auf die „Allopathie" war er nach den schlechten Erfahrungen mit „Luminal" verärgert. — Er bekam nun u. a. Strophantus und Nux vomica in homöopathischen Potenzen, die in ihrer Wirkung hier natürlich völlig versagten. Er klagte weiter über Kopfschmerzen, seine Anfälle waren unvermindert heftig.

Am 11. Dezember sei er vom Dienst mit besonders heftigen Kopfschmerzen nach Hause gekommen. Er habe sich, ohne irgend etwas zu essen, um 19 Uhr zu Bett gelegt. Seine Frau sei dann auch bald schlafen gegangen. Um 1 Uhr morgens sei er plötzlich aufgestanden und hätte über sehr heftige Kopfschmerzen geklagt. Seine Frau habe ihm geraten, seine Medizin einzunehmen. Ueber diesen wohlgemeinten Rat sei er sehr erregt gewesen und habe sie mit groben Worten angeschrieen. Dann sei er zum Fenster getreten, hätte die Vorhänge zurückgeschlagen — die Eheleute schliefen aus Gesundheitsrücksichten Winter und Sommer bei offenem Fenster — und hätte sich blitzschnell hinuntergestürzt. Ueber die Art des Hinausstürzens konnten sie nähere Angaben nicht machen.

Sektionsbefund: (Institut f. gerichtl. u. sociale Medizin an der Universität Berlin)

Die Leiche des 33jährigen Mannes ist 182 cm lang und wiegt 80 kg, in ausreichendem Ernährungszustande. Der Kopf ist in eine unförmige Masse verwandelt. Die Augen sind aus den Augenhöhlen herausgetreten; der Oberkiefer ist gebrochen, der Unterkiefer unverletzt. Der kurze Hals ist nicht widernatürlich beweglich. Der Brustkorb ist flach, Bauch in Brustkorbhöhe. Auf dem linken Oberbauch befinden sich einige streifenförmige Hautvertrocknungen von ca. 10 cm Länge mit geringfügigen Blutungen. Der rechte Arm ist am Ellbogengelenk deformiert, beim Einschnitt zeigen sich beide Unterarmknochen nach oben verlagert. In das Gelenk sind Blutungen erfolgt. Die Hand ist im Handgelenk rechtwinklig nach außen geknickt. Am Köpfchen der Elle findet sich eine markstückgroße Haut-

vertrocknung; der Einschnitt zeigt, daß die Elle vom Gelenk gelöst ist. Die Speiche ist nahe dem Gelenk gebrochen. Reichliche Blutungen in die Umgebung. Die Finger sind unverletzt.

Der linke Arm zeigt über der Elle eine Hautvertrocknung. Sie selbst zeigt sich luxiert, ihre Gelenkfläche ist abgebrochen. Die Hand ist rechtwinklig abgeknickt. An den Fingergrundgelenken finden sich einzelne Hautvertrocknungen.

Innere Besichtigung:

Die Knochen des Schädels sind volikommen zertrümmert, die Schädeldecke sowie das Gehirn fehlen vollständig. In der Medianlinie findet sich von der Nasenspitze bis zum Hinterhaupt ein breitklaffender Spalt. Alle Knochen der Schädelbasis sind gebrochen.

Das Brustbein ist unverletzt, die Rippen sind in ihrem vorderen Abschnitt unversehrt. In den Zwischenrippenräumen sind zahlreiche Blutungsherde. Die innere Brustdrüse ist in Fettgewebe umgewandelt. Die rechte Lunge ist stark zusammengesunken, durch Stränge an die hintere Brustwand fixiert. Im linken Brustfellraum befinden sich ca. 300 ccm flüssiges Blut. Die linke Lunge ist nur wenig kollabiert.

Der Herzbeutel ist unversehrt, prall gespannt, er enthält 150 ccm flüssiges Blut. Das Herz ist klein, totenstarr, normal konfiguriert. Das epicardiale Fettgewebe ist mäßig stark entwickelt und setzt sich im Querschnitt scharf gegen die Muskulatur ab. Der Muskel ist braunrot von angemessener Dicke. Das linke Herzohr ist von der Spitze aus durch einen radiären Einriß in zwei Teile zerlegt, ein zweiter Riß findet sich an der Basis des Herzohrs. Am rechten Außenrand des Herzens, nahe dem rechten Herzohr, ist die Vorhofswand in ca. 12 mm Länge eingerissen. Weiterhin sieht man oberflächliche Einrisse an den Mündungen der Lungenvenen.

Im rechten Vorhof sind die Eintrittsstellen der Hohlvenen nicht verletzt. Unter der Falte des offenen Foramen ovale ist ein 3,2 cm langer Riß, in dessen Umgebung punktförmige Blutungen erfolgt sind. Die Untersuchung des Risses zeigt, daß er die Vorhofsscheidewand durchbohrt. In der Nähe des Herzohrs findet sich ein ca. 12 mm langer, die Vorhofswand perforierender Riß, der schon bei der äußeren Betrachtung des Herzens auffiel.

Parallel der Atrioventrikulargrenze, entsprechend der rechten Außenkante des Herzens, ist ein 2,5 cm langer, 1—2 mm tief in das Gewebe reichender Endocardriß vorhanden. Die Tricuspidalklappen sind zart, unverletzt. Die rechte Kammer zeigt keinen pathologischen Befund. Die Pulmonalklappen sind zart, am Ansatz der vorderen Taschenklappe ist das Endocard in ungefähr linsengroßer Ausdehnung eingerissen.

Der linke Vorhof ist weit. Am Ansatz des Herzohrs befindet sich ein 1,5 cm langer perforierter Riß. Ein zweiter hat das Herzohr an der Spitze gespalten. Unterhalb des Foramen ovale ist ein 3,1 cm langer Riß, der mit dem im rechten Vorhof beobachteten identisch ist. Oberhalb des ovalen Fensters findet sich ein weiterer, 1,5 cm langer Endocardriß. Dazwischen steht unverletzt wie eine Brücke die hauchdünne Endocardfalte, die das Foramen ovale z. T. deckt.

Die linke Kammer zeigt gutentwickelte Papillarmuskeln, von denen kräftige Sehnenfäden zu den normalen Mitralsegeln ziehen. Diese sind ebenso wie die Aortenklappen unverletzt.

Auf der Höhe des Aortenbogens an der inneren Krümmung findet sich ein annähernd quer verlaufender, ca. 3 cm langer perforierender Riß. Die Ränder sind zackig, die Intima in ihrer Umgebung von der Media abgelöst. Der Riß ist von Cuormassen umgeben. Auch in die Umgebung sind reichliche Blutungen erfolgt. Es finden sich im Gewebe reichlich Blutkoagula. Im übrigen ist die Innenauskleidung der Aorta zart und glatt, zeigt keine pathologischen Einlagerungen.

Die Schilddrüse ist mäßig kolloidreich. Der linke Lappen zeigt am unteren Pol eine blaurot verfärbte Stelle mit Blutungen in das Parenchym. Die Zunge ist unverletzt, ohne sichtbare Narben, die Gaumenmandeln sind klein. Die Speiseröhre ist leer, ihre Schleimhaut blaß-violett. Das Kehlkopfgerüst ist unversehrt, Kehlkopf und Luftröhre haben keinen pathologischen Inhalt. Die Farbe ihrer Schleimhaut ist blaßgrau.

Die Lunge ist blaßrot gefärbt, an der Schnittfläche mäßig luftreich, es läßt sich nur wenig schaumiges Blut abstreichen. Die kleinen Luftröhrenäste sind leer, die Lungengefäße sind zartwandig. Die rechte Lunge zeigt an ihrer Hinterfläche einzelne grauweiße Auflagerungen. Im übrigen entspricht sie der linken.

Die zweite bis sechste Rippe sind rechts knapp neben der Wirbelsäule gebrochen, das Brustfell ist unversehrt. Reichliche Blutungen in die Umgebung der Bruchstellen. Die übrigen Rippen sind unversehrt.

Die kleine Milz ist blaßrot und zeigt am oberen Pol einen blauroten Blutungsherd. Die Nebennieren sind dreischichtig, zeigen deutlich Mark- und Rindenzeichnung. Die Nierenkapsel ist gut abziehbar, die Nierenoberfläche graurötlich gefärbt, am Durchschnitt normale Mark- und Rindenzeichnung. Das Nierenbecken ist entsprechend weit, die Harnleiter durchgängig. Die rechte Niere entspricht der linken. Die Blase enthält 30 ccm klaren Harn, die Schleimhaut ist blaßgrau, die Muskulatur springt wenig in Balken vor. Die Vorsteherdrüse ist kastaniengroß, Samenblasen, Hoden und Nebenhoden von normaler Beschaffenheit.

Der Magen enthält 60 ccm grauweißen Speisebrei, die Schleimhaut ist angedaut und zeigt einzelne graugrüne Streifen. Der Zwölffingerdarm ist leer, die Gallenwege sind durchgängig, die Gallenblase enthält fadenziehende gelblichgrüne Galle. Die Leber ist blaßbraun, zeigt im Schnitt normale Läppchenzeichnung. Die Bauchspeicheldrüse ist graugelb, drüsig, ohne Blutungen. Im Dünn- und Dickdarm sind reichliche Kotmassen. Der Bauchteil der Aorta ist zart, ohne Einlagerungen.

Pathologisch-anatomische Diagnose:

Zertrümmerung des Schädels und des Gehirns, Luxation des rechten Ellenbogens, Brüche und Verrenkungen beider Handgelenke. Zahlreiche Hautabschürfungen. Brüche der 2. bis 6. Rippe rechts neben der Wirbelsäule, Verwachsungen der rechten Lunge.

Zerreißung des linken Herzohrs, perforierender Riß in der Nähe des rechten Herzohrs. Einriß an der Innenauskleidung des rechten Vorhofs parallel zur Vorhofkammergrenze. Perforation des Vorhofseptums unter dem offenen Foramen ovale. Oberflächl. Einrisse an den Lungenvenen. Einriß der Aorta im Bogen. Hämatothorax links, Hämatopericard. Quetschung des linken Schilddrüsenlappens, Blutungsbezirke am oberen Milzpol. Blutleere Organe der Bauchhöhle; geringe Balkenblase.

Die gerichtsmedizinischen Ermittlungen und der Sektionsbefund ließen ein Verbrechen ausschließen. Die Vorgänge ließen sich zwanglos auf natürliche Weise aufklären.

Der Mann litt seit Jahren an einer Epilepsie. Die Art, ob genuin oder traumatisch, konnte nicht genau festgestellt werden, zumal an dem völlig zertrümmerten Gehirnschädel keinerlei Beobachtungen von evtl. Narben möglich war. Auch die Familienanamnese brachte keine Entscheidung. Die Schwere der Krankheit und die ausgesprochene epileptische Wesensveränderung sprechen allerdings für die genuine Form. T. H. litt außer an großen Anfällen an Verwirrtheitszuständen. Die sich häufenden Anfälle, sowie die in letzter Zeit besonders häufigen Kopf-

schmerzen legen den Gedanken nahe, daß er sich in einem Zustand erhöhter Reizbarkeit, in einer Krisis seiner Krankheit befunden hat. Sein Verhalten spricht ohne Zweifel dafür, daß er sich in der Unglücksnacht in einem Verwirrtheitszustand befunden hat, anderenfalls hätte er sicher den wohlgemeinten Rat seiner Frau befolgt. Ueberhaupt paßt die ganze Art des Auftretens seiner Frau gegenüber so gar nicht zu seinem sonstigen Benehmen, der Sanftmut und Frömmelei der epileptischen Wesensveränderung. Außerdem lebten die Eheleute nach Aussagen der Nachbarn in voller Harmonie. Die Ehefrau hatte sich der Eigenart ihres Mannes völlig angepaßt. Ihr wurde von allen Seiten der beste Leumund ausgestellt, sodaß kein Grund bestand, ihre Angaben zu bezweifeln. Es ist auch rein praktisch gesehen absolut unmöglich, daß eine Frau einen kräftigen Mann etwa durch einen Stoß in den Rücken über das Fensterbrett hinausstürzt, sodaß er drei Meter von der Hauswand entfernt aufschlägt. Ebenso erledigt sich der Einwand, daß T. H. ermordet und zum Fenster hinausgeworfen wurde. Irgendwelche Zeichen eines Todes durch mechanische Mittel waren an der Leiche nicht zu finden, ebenso bestand kein Verdacht einer Vergiftung. Der Tote muß vielmehr in völliger Verkennung der Situation mit erheblicher Gewalt im Hechtsprung aus dem Fenster gestürzt sein, indem er sich wahrscheinlich mit den Händen am Fensterbrett abstieß und so die Wucht des Absprungs vergrößerte. Beim Fallen muß er zum Schutze des Kopfes reflektorisch die Arme vorgestreckt haben. Er fiel auf die Hände, die maximal nach dorsal abgeknickt wurden. Dadurch wurden die Handgelenke teils verrenkt, teils gebrochen, der rechte Ellenbogen luxiert. Die Bremsung durch die vorgestreckten Arme war minimal, sodaß der nachfolgende Kopf mit fast unverminderter Kraft aufschlug und den Schädel zertrümmerte. Der Sektionsbefund zeigt den rechten Arm stärker verletzt als den linken. Er war entweder beim Aufprall stärker und kräftiger gespannt, wie es bei Rechtshändern leicht vorstellbar ist, oder der Körper hatte sich schon im Sturze nach rechts geneigt und fiel dann nach rechts um. Bei letzterer Möglichkeit müßten aber erhebliche Verletzungen rechts am Stamme der Leiche zu sehen sein. Es ist deshalb wahrscheinlicher, daß sich der Körper beim Aufprallen annähernd senkrecht gehalten hatte und erheblich zusammengestaucht wurde. Dabei frakturierte die 2.—6. Rippe paravertebral. Der Körper fiel dann nach links um. Die Hautvertrocknugen am linken Oberbauch stammen wahrscheinlich daher. Die Beine bekamen gebeugt an der Bordschwelle einen festen Halt und streckten in einer letzten Kontraktion der Muskeln den Körper und enfernten damit den Kopf von der Aufschlagsstelle. Die Geringfügigkeit der Verletzungen der linken Seite spricht dafür, daß die Kraft beim Umfallen nur noch gering war. Sie reichte wahrscheinlich nicht mehr aus, irgendwelche gröberen Verletzungen zu setzen. Sie verursachte

die kleinen Kontusionsherde am linken Schilddrüsenlappen und an der Milz.

Die Besonderheit dieses Falles liegt darin, daß ein Unfallgeschehen von dem gewöhnlichen Mechanismus eines stumpfen Brusttraumas abweicht und doch ähnliche Verletzungen an Herz und Aorta verursacht. Die Gewalt beim Aufschlag muß sich so ausgewirkt haben, als sei der Thorax selbst von einem Trauma betroffen worden. Ein so klassischer Sturz auf den Kopf ist eine extreme Seltenheit. Gewiß kann ein Sturz aus dem Flugzeug durch Zufall mit einem Aufprall auf den Kopf enden. Jedoch verursacht die erhebliche Gewalt eines Sturzes aus großen Höhen weit ausgedehnte Verletzungen und verwischt damit die Eindeutigkeit der pathologischen Veränderungen. Noch seltener ist ein derartiges Unfallgeschehen bei Stürzen aus dem Fenster. Wenn jemand sich in selbstmörderischer Absicht aus dem Fenster stürzt, so hat er selbst in der verzweifelten Stimmung des Lebensmüden instinktiv den Gedanken, den Kopf zu schonen, und springt mit den Füßen ab. In diesem Falle sprang ein Mann im epileptischen Verwirrtheitszustande im Hechtsprung aus dem Fenster. Der Fallweg war unbewußt so genau berechnet, daß die erste Berührungsstelle des Kopfes mit dem Boden die Mitte des Schädeldaches war. Der Sprung ist einem wohlgelungenen Kopfsprung ins Wasser zu vergleichen.

Das ganze Unfallgeschehen ist so eindeutig, daß sich hier erweisen muß, ob die bisher beschriebenen Verletzungsarten zur Erklärung derartiger Grenzfälle ausreichen. Die Hauptwirkung der Kraft war die Zertrümmerung des Schädeldaches. — Die geringfügigen Verletzungen der vorgestreckten Arme sollen außer Acht bleiben. — Dabei erschöpfte sich, wegen der senkrechten Lage, die kinetische Energie eines ca. 80 kg schweren mit einer Endgeschwindigkeit von annähernd 17m/sec. fallenden Körpers auf einem Fallweg von ca. 10 cm. (Von der Berührung des Bodens durch den Schädel bis zur Zertrümmerung der Schädeldecke.) Die Kraft wirkte außerordentlich kurz und intensiv, bei der angegebenen Endgeschwindigkeit lassen sich annähernd 1/170 sec. errechnen.

Die eigenartige Bauart des Thorax läßt ein Ausweichen seines Inhalts, von welcher Seite auch die Kraft einwirkt, immer nur bauchwärts zu. Wenn nun wie in diesem Falle die Kraft (die kinetische Energie des Körpers) in kranialer Richtung wirkt, so können diie Brusteingeweide nicht kaudal ausweichen, werden im Gegenteil durch ihre eigene Trägheit sowie durch die nachdrängenden Eingeweide in den Thorax hineingepreßt. Die Bewegung des Thorax im Moment des Aufschlags gleicht einer maximalen Inspiration, wobei sich das Sternum, entsprechend seiner Tätigkeit bei der Einatmung, kopfwärts bewegt.

Die Entstehung der Rippenbrüche läßt sich etwa folgendermaßen rekonstruieren: Die abrupte Bremsung des Körpers im

Moment des Aufschlags des Kopfes übertrug sich auf die Wirbelsäule. Es ist erstaunlich, daß trotz der Größe der Kraft die Wirbelsäule unverletzt blieb. Das läßt sich durch die senkrechte Haltung und die vollkommene Elastizität der ganzen Wirbelsäule erklären. Die Wirbelsäule wurde beim Aufprall zuerst gebremst. Der gelenkig mit ihr verbundene Thorax hatte jedoch die Tendenz, weiter zu fallen und stellte sich, wie oben beschrieben, in maximale Inspirationsstellung. Die Entstehung der Rippenfrakturen wurde durch zwei Zufälle begünstigt: die flächenhaften Verwachsungen der rechten Lunge gaben eine umschriebene Ansatzfläche für den Druck der nachdrängenden Eingeweide am Thorax. Dieser Druck verursachte auf der rechten Seite eine noch stärkere Inspirationsstellung. Weiterhin hatte der vorgestreckte Arm, wie im gerichtsmedizinischen Teil betont wurde, beim Aufprall wahrscheinlich einen stärkeren Widerstand geleistet, sodaß vermittels des Schulterblattes, der Thorax rechts hinten unter Spannung stand. Durch diese doppelte Belastung der rechten Seite wurde ein Ausgleich der Kräfte verhindert. Es resultierte eine Ruptur der 2.—6. Rippe paravertebral.

Der unversehrte Herzbeutel und der Herzbefund machen eine Anspießung durch frakturierte Rippen unwahrscheinlich. Auch war ihre Dislokation nicht so groß, daß sie das Herz durch das hintere Mediastinum hindurch hätten erreichen können. Auch eine Quetschung ist abzulehnen, zumal das Trauma eine starke Kompression des Thorax, wie es zur Entstehung derartiger Verletzungen ntöig ist, nach Lage der Dinge nicht erwarten läßt. Das Herz hat keinerlei Zeichen einer Quetschung, zeigt keine zerfetzten Ränder und keine flächenhaften Blutungen.

Wahrscheinlich ist folgende Deutung der Verletzungen: Im Augenblick des Aufpralls hatte das Herz ebenso wie der ganze Körper die Tendenz, weiter zu fallen. Es wurde dabei von seinen Gefäßen an der Basis festgehalten, die Spitze jedoch wurde durch das eigene Beharrungsvermögen und von den nachdrängenden Baucheingeweiden maximal kopfwärts bewegt. Es resultierte eine Abknickung der Gefäße, der Blutabfluß aus Kammern und Vorhöfen war gestört. Es waren alle Vorbedingungen zur Entstehung einer Platzruptur gegeben. Tatsächlich ist ja der Riß am linken Herzohr eine typisch lokalisierte Platzruptur. —

Das Herz schlug im Moment der Gewalteinwirkung weiter. Der Abfluß aus der linken Kammer war jedoch wegen der Abknickung der Aorta behindert, sodaß sich das aus dem kleinen Kreislauf nachdrängende Blut im linken Vorhof anstaute. Die Kürze und Intensität der Gewalteinwirkung führte durch Druck der Baucheingeweide auf das blutgefüllte Herz zur Ruptur des linken Herzohrs. Auch die Verletzungen der Vorhofscheidewand sind möglicherweise durch die Drucksteigerung im linken Vorhof zu erklären. Der starke Ueberdruck führte dort zur Anspannung des Septums und verursachte einen perforierenden Riß an der prä-

disponierten Stelle unterhalb der Fenestra avalis. Der oberhalb befindliche Riß ist nicht perforiert, er spricht für die Annahme der stärkeren Drucksteigerung im linken Vorhof. Es besteht für die Erklärung dieser Verletzung noch eine andere Möglichkeit, die später erörtert werden soll.

Der Endocardriß unterhalb der vorderen Taschenklappe der Pulmonalarterie deutet darauf hin, daß irgendwelche unregelmäßige Drucksteigerungen in der rechten Kammer stattgefunden haben. Der von Ebbinghaus angeführte Mechanismus der Schleuderung läßt sich bei dieser Verletzung nicht mit genügender Sicherheit anführen, da die Entfernung der betreffenden Stelle vom Gefäßstiel des Herzens zu gering war, um durch Schleuderung einen Endocardriß davon zu tragen. Immerhin ist diese Möglichkeit nicht völlig von der Hand zu weisen, daß eine Kontusion mit dem Sternum Ursache der Verletzung sein könnte. Im ganzen jedoch läßt die Geringfügigkeit der Verletzungen des rechten Herzens den Schluß zu, daß der Abfluß aus dem rechten Vorhof und Kammer bis zuletzt für die vom venösen Blutgefäßteil angelieferte Blutmenge genügte. Wahrscheinlich erst im letzten Augenblick stieg auch in der rechten Kammer durch Rückstauung vom linken Vorhof der Druck und verursachte den Endocardriß.

Bei der Kürze der Kraftwirkung ist die Wahrscheinlichkeit gering, daß das Trauma das Herz in der „Anspannungszeit" getroffen hat. Tatsächlich lassen sich die Platzrupturen zwangloser als Folge einer Drucksteigerung nach Abknickung von Gefäßen erklären.

Der Riß im rechten Vorhof, parallel dem anulus fibrosus, sowie die perforierende Verletzung an der Außenkante des rechten Vorhofs nahe dem rechten Herzohr haben die typische Lokalisation von Zerrungsrupturen, ohne daß eine Verengerung des Brustraumes mit Abdrängung des Herzens, in diesem Falle nach links, nach Art des Traumas, stattgefunden haben könnte. Diese Verletzungen als zufällige Begleiterscheinung des Mechanismus, der die Platzrupturen verursacht hat, zu deuten, ist unmöglich. Es muß nach irgendeiner Möglichkeit gesucht werden, die zu einer Zerrung geführt haben könnte. — Wie oben beschrieben wurde, konnte Revenstorf durch einfachen Zug an der Herzspitze nach der einen oder anderen Seite typische Zerrungsrupturen an der gegenüberliegenden Seite hervorbringen. Aehnlich kann man sich hier die Entstehung der Zerrung vorstellen: Dieselbe Schleuderung des Herzens nach kranial, die durch Abknickung der Gefäße den Zu- und Abfluß des Blutes behinderte und die Platzrupturen verursachte, führte zur Zerrung, Anspannung und Einriß an den erwähnten Stellen des rechten Herzrandes. Unerklärt ist nur noch der Riß an der Basis des linken Herzohrs. Der Lokalisation nach ist er ebenfalls eine typische Zerrungsruptur. Es ist bei kritischer Würdigung des Unfallsgeschehens jedoch nicht anzunehmen, daß die Herzspitze etwa durch eine

gegenläufige Bewegung nach rechts eine Anspannung und Ruptur der linken Vorhofswand hätte verursachen können. Folglich muß dieselbe Gewalteinwirkung, die durch Verlagerung des Herzens nach links die Zerrungsruptur rechts hervorbrachte, eine entsprechende Ruptur links verursacht haben. — Revenstorf betrachtete, wie oben beschrieben wurde, jede Zerrung als Vorstufe eines völligen Abrisses des Herzmuskels, indem jeweils der am meisten gespannte Wandteil einreißt bis zur völligen Kontinuitätstrennung. Es ist wahrscheinlich, daß die sehr erhebliche Krafteinwirkung entsprechend diesem Mechanismus die linke Vorhofswand unter Spannung gesetzt und rupturiert hat. Aehnlich sind unter Umständen die Verletzungen der Vorhofsscheidewand zustande gekommen. Gleichzeitig entstanden die oberflächlichen Einrisse an den Abgängen der Lungenvenen. Bei Deutung dieser Verletzungen als Zerrungsrupturen würden sie etwa in folgender Reihenfolge entstanden sein: Zuerst rupturierte die rechte Vorhofswand an typischer Stelle. Bei weiterwirkender Spannung folgte das Septum. Zuletzt riß die linke Vorhofswand an entsprechender Lokalisation. Eine länger dauernde Gewalteinwirkung hätte mit Sicherheit einen völligen Abriß des Herzmuskels verursacht.

Die Ruptur der Aorta entspricht der Ansatzstelle des Ligamentum arteriosum Botalli, ist also nach Berblinger und Oppenheim durchaus typisch lokalisiert. Wenn man die Eigenart des Traumas berücksichtigt, ergibt sich etwa folgender Entstehungsmechanismus: Im Augenblick des Absprunges funktionierte der Kreislauf normal. Durch die rapide ansteigende Körpergeschwindigkeit wurde die normale Strömungsgeschwindigkeit des Blutes in den Arterien in kaudaler Richtung gesteigert. — Es sei hier eingefügt, daß die Dauer des Falles vom Absprung bis zum Aufschlag entsprechend der Formel $t^2 = 2s$, $s = 15$; $g = 9{,}81$, immerhin ca. 1,7 sec. betrug. — Das Blut wurde also in die abhängigen Gebiete des Körpers getrieben, während das venöse Blut in der Peripherie, entsprechend seiner Trägheit, liegen blieb und nicht herzwärts abfloß. Im Augenblick der abrupten Bremsung schoß das noch in den Arterien gestaute Blut paradox in die Aorta zurück. Gleichzeitig wurde der Inhalt der linken Kammer in den aufsteigenden Ast der großen Körperschlagader geschleudert. Die Größe und Schnelligkeit der Drucksteigerung rupturierte die Körperschlagader an der von Ingenieur Wacker errechneten Stelle. Eine geringe Zerrung der Aorta am Ansatz des lig. art. Botalli hat bei sehr erheblicher Bewegung der Herzspitze nach kranial wahrscheinlich stattgefunden und führte so zu einer gewissen Spannung, einer „funktionellen Schwäche“ an der inneren Krümmung des Aortenbogens. An dieser Stelle rupturierte das Gefäß bei der entstehenden Druckerhöhung zurerst.

Wenn man rückschauend diesen Fall übersieht, ist man erstaunt über die eindeutige Erklärungsmöglichkeit des Unfall-

geschehens und der Verletzungen. Tatsächlich zeigt dieser Fall, daß bei Berücksichtigung und Abwägung aller Eigenheiten eines Traumas die beschriebenen Verletzungsarten auch zur Klärung von Grenzfällen genügen. Gewiß hätte manches in diesem Falle anders gedeutet werden können; aber wie soll bei der Unübersichtlichkeit der Bedingungen ein richtiges Resultat gewonnen werden? Es sind eben nur Meinungen und Ansichten, die einander gegenübertreten, aus denen jedoch in immer größerer Klarheit die richtige Anschauung herauskristallisiert.

Zusammenfassung.

An Hand diesbezüglicher Arbeiten werden die verschiedenen Möglichkeiten der Auswirkung stumpfer Brusttraumen erörtert.

Es wird ein Fall beschrieben, der durch seine näheren Umstände, krimineller und gerichtsmedizinischer Art interessant ist.

Ein 33jähriger Mann sprang im epileptischen Verwirrtheitszustande im Hechtsprung aus dem Fenster seiner im dritten Stockwerk gelegenen Wohnung. Der Aufschlag erfolgte genau auf den Kopf. Schädel und Gehirn wurden vollkommen zertrümmert. Die genaue Sichtung der Herzverletzungen ergab, daß sich ein Teil als Platzruptur deuten ließ. Andere hatten die typische Lokalisation von Zerrungsrupturen. Das Zustandekommen einer Zerrung am Herzen wurde durch die Schleuderung im Moment der Gewalteinwirkung erklärt. Verstärkend hat dabei der Druck der durch ihr Beharrungsvermögen weiter fallenden Eingeweide gewirkt.

Die Verletzung der Aorta ist typisch lokalisiert. Sie kam hauptsächlich durch den Anprall der in der linken Kammer angesammelten Blutmenge und den Rückstoß des in den abhängigen Teilen des arteriellen Kreislaufs gestauten Blutes zustande.

Besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. Müller-Heß für die freundliche Ueberlassung des Themas aussprechen.

Lebenslauf.

Literatur.

Berblinger: Vierteljahresber. f. gerichtl. Med. Bd. 52, 1916, S. 189.
Bernstein: Vierteljahresber. f. Ger. Med. Bd. 30, 1905, S. 265.
Clado: Le progrès med. Nr. 22. Ref.: Jahresber. f. Unfallheilkunde 1901, I, S. 159.
Ebbinghaus: Dt. Zeitschr. f. Chir. Nov. 1902.
Hallermann: Dt. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med., 1935, Bd. 24, H. 3.
Messerer: Aerztl. Intelligenzbl., 1890.
Oppenheim: Münchener. Med. Wo. 1918, Nr. 45.
Revenstorf: Mitteilungen aus d. Grenzgebieten d. Med. u. Chir., Bd. 11, 1903, S. 603.
Riedinger: Friedreichs Blätter, 1890, S. 285 u. 309.
Rindfleisch: Virch. Arch., Bd. 131.

Lebenslauf.

Ich, Kurt Majunke, wurde am 20. September 1911 zu Berlin als Sohn des Kaufmanns Otto Majunke geboren, besuchte das Falk-Realgymnasium zu Berlin und legte daselbst Ostern 1930 die Reifeprüfung ab. Meine gesamte Studienzeit, insgesamt 11 Semester, verbrachte ich an der Universität Berlin. Oktober 1932 bestand ich die Aerztevorprüfung, am 7. Februar 1936 beendete ich das Staatsexamen. Am 8. Februar trat ich eine Stelle als Medizinalpraktikant in der „Klinik für natürliche Heil- und Lebensweise“ (Monbijoustraße 2, Direktor Prof. Jansen) an.